

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-251534

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 7/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

4 6 5 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-61463

(22) 出願日 平成8年(1996)3月18日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 福井 和広

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(72) 発明者 山口 修

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

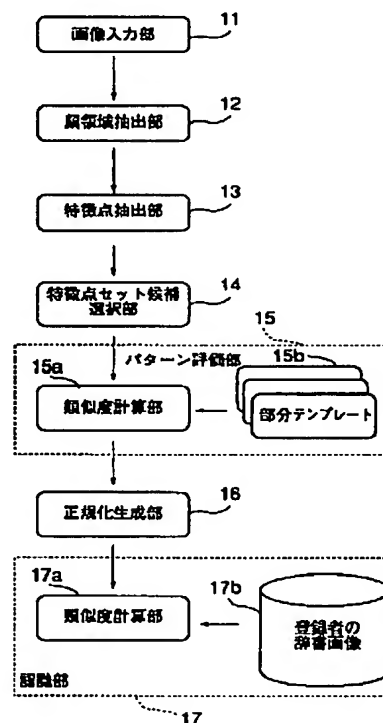
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 人物認証装置及び人物認証方法

(57) 【要約】

【課題】 輝度変化などに影響されずに、入力画像から目、鼻などの特徴点を安定に抽出して人物認証を高精度に行う。

【解決手段】 顔領域抽出部 12 により入力画像から当該人物の顔領域が抽出された際に、特徴点抽出部 13 はその顔領域の中から分離度フィルタを用いて顔の各特徴点候補を抽出し、特徴点セット候補選択部 14 は顔の構造的な制約を用いて特徴点セット候補を絞り込む。ここで、パターン評価部 15 は予め登録してある目、鼻、口領域などのテンプレートとの類似度を計算してその加重和の整合度を求め、最も高い整合度を持つ特徴点セットを正しい組合せと決定する。これにより、正規化生成部 16 はその特徴点セットから正規化画像を生成し、認識部 17 はその正規化画像と予め登録されている各登録者の辞書画像との類似度を計算し、類似度が高い辞書画像を表す人物を当人と識別する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 認識対象となる人物の画像を入力する画像入力手段と、

この画像入力手段によって得られた上記入力画像から当該人物の顔領域を抽出する顔領域抽出手段と、

この顔領域抽出手段によって抽出された上記顔領域の中から分離度フィルタを用いて顔の各特徴点候補を抽出する特徴点抽出手段と、

この特徴点抽出手段によって抽出された上記各特徴点候補の中から顔の構造的な制約情報に基づいて上記各特徴点のセット候補を選択する特徴点セット候補選択手段と、

この特徴点セット候補選択手段によって選択された上記各特徴点セット候補に対して、各特徴点を基準に切り出した特徴点近傍パターンと予め登録してあるテンプレートパターンとの類似度を計算して、各特徴点に対する類似度の加重和が最も高い特徴点セットを正しい特徴点セットとして選択する特徴点決定手段と、

この特徴点決定手段によって決定された上記正しい特徴点セットを用いて正規化画像を生成する正規化生成手段と、

この正規化生成手段によって生成された上記正規化画像と予め登録された各登録者の辞書画像とを比較して当該人物を識別する認識手段とを具備したことを特徴とする人物認証装置。

【請求項 2】 認識対象となる人物の入力画像から当該人物の顔領域が抽出された際に、その顔領域の中から分離度フィルタを用いて顔の各特徴点候補を抽出し、この各特徴点候補の中から顔の構造的な制約情報に基づいて上記各特徴点のセット候補を選択し、

この各特徴点セット候補を基準に切り出した特徴点近傍領域と予め登録してあるテンプレートパターンとの照合により各適合度を計算してその緩和を求め、最も適合度の緩和が高い特徴点セットを正しい特徴点セットとして選択し、

この正しい特徴点セットを用いて正規化画像を生成し、この正規化画像と予め登録された各登録者の辞書画像とを比較して当該人物を識別するようにしたことを特徴とする人物認証方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力された画像中から顔領域を安定に抽出して人物認識を行なう人物認証装置及び人物認証方法に関する。

【0002】

【従来の技術】個人認証は、高度なヒューマンインタフェースに向けて重要な技術である。これまでに様々な個人認証法が提案されてきた。最近の個人認証技術についての技術動向は後述する文献[1]に詳しく述べてある。従来の個人認証の基本的な処理の流れは以下の通り

である。

【0003】1. 画像中から顔領域抽出

2. 抽出された顔領域から目、鼻、口などの特徴点抽出

3. 識別処理

顔領域抽出法としては、顔を2次元パターンとして捉えて、文字認識で確立された複合類似度などのパターン認識理論あるいは予め学習させたニューラルネットワークを用いた抽出方法[7]などが提案されている。

【0004】特徴点抽出法としては、エッジ情報やカラー情報に基づく方法や、モデルマッチング[6]などの様々な方法が提案されている。識別法は大きく分けると、以下の2つに分類できる。

【0005】一つは、抽出された各特徴点の位置、形状、サイズをパラメータ化して特徴ベクトルを生成し、予め登録されている対象人物の特徴ベクトルとの類似度を計算する方法である。最も類似度が高い辞書ベクトルを表す人物を当人と識別する。これらは構造解析的な手法に分類される。

【0006】もう一つの方法は、目、鼻などの特徴点を基準とした2次元affine変換などの幾何学変換により位置、サイズが正規化された画像と予め登録されている辞書正規化画像とのパターンの類似度に基づいた方法である。前者と同様に最も類似度が高い辞書画像を表す人物を当人と識別する。これらは従来の文字認識で実用化されている方法でパターンの手法に分類できる。

【0007】上記の2つの手法のどちらの場合も、類似度としては画像間の相関値や特徴空間中でのユークリッド距離などの統計的な距離を用いる。この識別処理には、文字認識で実用化されている様々なパターン認識理論、例えば部分空間法[5]や複合類似度などの方法が適用できる。識別法の構成は「舟久保登」パターン認識」共立出版(1991)」や「飯島泰蔵」パターン認識理論」森北出版(1989)」などに詳しい。

【0008】ここで、両者いずれの場合も全体の識別性能に最も影響するのは、特徴点抽出の安定性および精度である。前者の場合は、特徴ベクトルの要素として各特徴点の位置、形状、サイズを直接用いているためにその影響が大きい。後者の場合も認識性能は、類似度を計算する際の正規化画像と辞書画像の精度に依存するので特徴点抽出の精度と安定性は強い影響を与える。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、人物認識を行う場合において、全体の識別性能に最も影響するのは特徴点抽出の安定性および精度である。従来の代表的な特徴点抽出は、画像中のエッジ情報に基づく方法である。これは、ソーベルなどのエッジオペレータを用いて顔領域内のエッジを抽出してモデル当てはめなどにより目、鼻、口などを抽出する。しかし、顔画像は3次元的に滑らかに形状変化しているので、明瞭なエッジが得られることが少ない。適用は照明条件が良好な極限ら

れた場合に限る。

【0010】また、ノイズに弱いという課題を解決するために、目、口などの形状モデルを準備して抽出する方法も提案されている。また、カラー情報に基づく方法も提案されているが、これは照明条件によりカラーがうまく抽出できない場合が多い。

【0011】これに対して、テンプレートパターンの当てはめによる方法が提案されている。例えば、予め登録された顔の目、鼻、口領域などの各部分パターンとの照合により特徴点を抽出する方法である。しかし、この方法では、対象パターンのサイズ、位置などの変化に対応するためには、非常に多くのテンプレートを持つ必要がある。このため、検索範囲が広がる場合、計算量が多くなってしまうという問題があった。また、領域全体のパターンだけを見ているために、似たパターンの場合には区別が難しいといった問題があった。

【0012】上記の問題に加えて、如何に特徴点の全体配置情報を使って特徴点を安定に求めるかが問題である。例えば、目、鼻、口などの配置は統計的には正規分布しているという仮定のもとで各特徴点あるいは領域間を仮想のスプリングで接続して特徴点を抽出する方法

【8】や、予め各特徴点の配置に対する評価関数を設定しておいて、この関数値を最小化することで正しい特徴点を抽出する方法【6】も提案されている。

【0013】しかし、仮想スプリングを用いる方法では、全体的な制約なので眉毛の端と黒目を間違えた場合などの僅かな部分的な誤りに対しては、高い精度の識別を達成することが難しかった。また、評価関数を用いる方法でも性能を大きく左右する評価関数の重みを如何に設定するかという課題も残されたままである。また、最小化処理のための繰り返し計算が必要である。

【0014】本発明は上記のような点に鑑みなされたもので、輝度変化などに影響されずに、入力画像から目、鼻などの特徴点を安定に抽出し、その特徴点を用いて人物認証を高精度に行うことのできる人物認証装置及び人物認証方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、円形や矩形などの特定形状の領域を抽出する分離度フィルタとテンプレートパターンとの照合の組合せにより安定な特徴点抽出を実現する。まず、分離度フィルタで目、鼻穴、口端などを特徴点候補として抽出する。この分離度フィルタは後で述べるように特徴点の形状のみに依存して常に1.0に正規化された値を出力する。このフィルタの出力値は、明るさに依存しないので、明暗の差が少ない不明瞭な特徴点に対しても安定な抽出が可能である。また、エッジ情報に比べて領域情報に基づく方法なので、ノイズに対してもロバストである。

【0016】次に、このようにして抽出された各特徴点候補に対して、顔の構造的な制約を用いた絞り込みを行

う。例えば、鼻穴は目より下に位置する。あるいは、2つの鼻穴を結んだベクトルと2つの目を結んだベクトルは平行であるといった制約を用いる。

【0017】次に、絞り込まれた各特徴点の位置とサイズを基準にして、例えば矩形の特徴点近傍領域を切り出す。この切り出された領域と予め登録されている目領域、鼻領域、口領域のテンプレートの比較を行い、類似度を計算する。

【0018】本発明は、初めからテンプレートの当てはめを行う場合に比べて、予め分離度フィルタと顔の構造的な制約で特徴点の候補を絞り込んでいるので、より少ないテンプレート数で済み、同時に抽出に誤りが少なくなる。

【0019】

【発明の実施の形態】個人認証は画像を用いたセキュリティ技術において不可欠な要素技術である。ここでは、顔認証を用いた個人認証装置を例にとって説明する。図1は本発明の一実施形態に係る個人認証装置の概略構成を示すブロック図である。本装置は、画像入力部11、顔領域抽出部12、特徴点抽出部13、特徴点セット候補選択部14、パターン評価部15、正規化生成部16、認識部17からなる。

【0020】画像入力部11は、認識対象となる人物の画像を入力するためのものであり、例えばTVカメラからなる。この画像入力部11から入力された画像は、A/D変換器によりデジタル化されて顔領域抽出部12に送られる。

【0021】顔領域抽出部12は、画像入力部11から送られてきた入力画像から当該人物の顔領域を常時抽出し続ける。本実施形態では、予め登録された標準顔画像（テンプレート）を全画面に渡って移動させながら相関値を計算し、最も高い相関値を有する領域を顔領域とする。相関値が設定された閾値より低い場合は、顔が存在しないとする。具体的には、最大相関値を「100」とした場合、閾値を「30」に設定する。顔の向き変化に対応するため、複合類似度などにより複数のテンプレートを用いると、さらに安定に顔領域を抽出できる。この処理は先に述べたカラー情報に基づく抽出法に置き換えても良い。

【0022】特徴点抽出部13は、後述する図3の分離度フィルタを用いて、抽出部12によって抽出された顔領域の中から眼球（黒目）や鼻穴などの特徴点の候補を抽出する。この際、顔領域全体を処理すると時間が掛かるので、輝度が閾値より小さいピクセルに対してのみ出力を求める。この閾値は顔領域内の輝度分布から自動的に例えばモード法などで決める。

【0023】また、特徴点のサイズの変化に対応するために幾つかのサイズの分離度フィルタを同時に適用し、最大値の出力をしたサイズをその点のサイズ、その値を出力値とする。全対象領域に対して処理が完了したら、

10

20

30

40

50

ガウシアンフィルタを用いて平滑化した後に局所最大点を抽出して特徴点の候補とする。

【0024】特徴点セット候補選択部14は、構造パラメータ算出部と配置評価部からなる。構造パラメータ算出部は、抽出された特徴点候補群から構造パラメータを算出する。この構造パラメータは配置評価部に送られ、配置評価部は評価関数に基づいて評価値を算出し、その値が高い方から上位n候補を当該特徴点セット（ここでは、黒目と鼻穴の4点からなる特徴点セット）の候補として選択する。

【0025】パターン評価部15は、特徴点セット候補選択部14によって選択されたn個の特徴点セット候補に対して、予め登録してある目、鼻、口領域などのテンプレート15bとの類似度を類似度計算部15aで計算してその加重和の整合度を求め、最も高い整合度を持つ特徴点セットを正しい組合せと決定する。

【0026】正規化生成部16は、パターン評価部15で決定された特徴点セットから正規化画像を生成する。正規化生成部16で生成された正規化画像は、認識部17に送られる。

【0027】認識部17は、類似度計算部17aと画像記憶部17bを有し、正規化生成部16で生成された正規化画像と予め登録されている各登録者の辞書画像との類似度を計算し、類似度が高い辞書画像を表す人物を当人と識別する。その際に複合類似度を用いて識別する。

【0028】次に、同実施形態の動作を説明する。大まかな処理の流れを図2に示す。ここでは、黒目、鼻穴の*

* 4点からなる特徴点セットを抽出する場合を例に説明する。この画像は、通常ディスプレイの前面下部にTVカメラを設置した場合に得られる。

【0029】画像入力部11によって認識対象となる人物の画像が得られると、顔領域抽出部12は当該人物の顔領域を抽出する。なお、人物画像の入力に際し、ここでは鼻穴が見える画像を取り込むものとする。

【0030】ここで、顔領域抽出部12は、分離度フィルタを用いて、顔領域の中から黒目、鼻穴、口などの特徴点を抽出する。この場合、図3(a)、(b)に示すような円形あるいは楕円形の内部領域1と外部領域2から構成されるマスクを準備する。ここで、内側領域1と外側領域2間で輝度などの画像特徴量がどの程度分離されているかの量、すなわち、“分離度”を多変量解析における線形判別式から定義される。マスクが円形の場合は黒目、鼻穴などの円形状の特徴点にフィットする程「1.0」に近い値を出力する(図3(c))。対象領域の形状が円形から離れる連れて出力値は低下してゆき、円形特徴がない領域では、ほぼ「0」に近い値に出力する。マスク形状を円形から楕円に変えることで、唇や目全体領域の抽出も可能である。以降、マスク形状が円形の場合を分離度円形フィルタと呼び、これを使った例を説明する。具体的には、フィルタ出力値(分離度 η_2)は、次式から求まる。

【0031】

【数1】

$$\eta_2 = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_T^2} \quad \dots (1)$$

$$\sigma_b^2 = n_1 (\overline{P_1} - \overline{P_n})^2 + n_2 (\overline{P_2} - \overline{P_n})^2 \quad \dots (2)$$

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^{N-1} (P_i - \overline{P_n})^2 \quad \dots (3)$$

ここで、N=全領域内の全画素数、 n_1 = 領域1内の画素数、

n_2 = 領域2内の画素数、 σ_T は領域全体の全分散値、

P_1 は位置1の輝度レベル、

$\overline{P_1}$ は領域1内の平均輝度レベル、

$\overline{P_2}$ は領域2内の平均輝度レベル、

$\overline{P_n}$ は領域全体の平均輝度レベルを示している。

【0032】分離度は、 $0 < n_2 \leq 1$ 、0の範囲の値をとる。ここでは、 P_i を輝度レベルとしたが、色相、彩度、テクスチャなどの他の画像特徴量を用いることも可能である。

【0033】なお、完全な平坦領域に対する分離度は、分母の分散が「0」となるため定義できない。実用上は、領域内の全分散値 σ_T が、基準閾値 σ_L より小さい場合は、分離度を「0」に設定する。目、鼻穴などは周

囲より輝度が小さいという拘束条件を加えると処理時間が短縮できる。分離度を輪郭抽出およびエッジ抽出に適用した例は文献[2, 3, 9]に詳しい。また、分離度の考えは、画像の2値化処理において、最適な閾値を決定する「大津のしきい値決定法」として知られている。

【0034】ここで、フィルタ形状を円、楕円、長方形、三角形などに変更すれば、様々な形状の特徴点抽出にも適用可能である。例えば、円形を用いると、眼球、

鼻穴、口端、楕円を用いると目、眉、口全体領域などが抽出できる。

【0035】複数の異なる形状のフィルタを同時に適用して、これらの出力値の分布を調べることで、さらに確実な特徴点抽出が実現できる。例えば、目は円形と楕円形状のフィルタに対して高い値を出力するので、円形と楕円フィルタの両方の出力値が高い部分を候補として抽出すれば安定性が増す。

【0036】抽出された特徴点候補は明らかに構造的に誤った特徴点を含むので、特徴点セット候補選択部14は顔の構造的な制約を用いて特徴点組合せ(セット)の候補を絞り込む。例えば、図5に構造パラメータを示す。

$$Val = \sum_{i=1}^4 w_i * sc_i \quad \dots (4)$$

ここで、 w_i は重み、 sc_i は輝度パラメータ i の評価値である。

sc_1 は4点における分離度フィルタの出力値の合計：

$\sum_{i=1}^4 Sep(i)$ 特徴点の信頼度に対応する。

$SC2 = 90 - |\theta_1|$

$SC3 = 90 - |\theta_2 - 90|$

【0039】実際の適用の際には、膨大な組合せによって処理時間が増加するのを防ぐために、予め $len1/len2$ や $len1/len5$ に対する閾値を実験的に決めておくとうい。

【0040】しかし、特徴点セット候補選択部14は評価値 Val の高い方から上位 n 個を特徴点セットを候補として算出する。この場合、 n を大きく設定するほど正しい特徴点セットが含まれる率が高くなるが、処理時間が多くなる。ここでは、 $n=10$ と設定する。

【0041】次に、パターン評価部15において、顔領域から各特徴点の位置を基準にして代表的な特徴点のサイズ、例えば黒目のサイズに依存した大きさの矩形領域を切り出す。あるいは、先に抽出している大まかな顔領域のサイズを基準にしても良い。図4に目および口端領域の切り出しの例を示す。この切り出された矩形領域と予め登録してある目、鼻、口領域などの部分テンプレートの類似度を計算する。

【0042】テンプレートとしては、様々な人物の目、鼻、口領域画像の平均画像を用いることができる。あるいは、部分空間法や複合類似度法などを用いて効率良く複数のテンプレートを持てば、より安定に類似度を得ることができる。また、2つの目領域のパターン相関を計算して、特徴点の類似度にしても良い。

【0043】パターン評価部15は、このようにして求めた各特徴点に対する適合度の加重和を特徴点の組合せに対する整合度とする。これを全ての特徴点の組合せに対して求めて、最も高い整合度を有する特徴点の組合せ(セット)を正しい特徴点の組合せとして決定する。

【0044】次に、正規化生成部16は、この最終的に

す。

【0037】図中 E_1 、 E_2 は黒目の中心点、 N_1 、 N_2 は鼻穴の中心点、 M_1 、 M_2 は口の端点、 $len1$ 、 $len2$ 、 $len3$ はそれぞれ E_1 と E_2 、 N_1 と N_2 、 M_1 と M_2 の距離である。 $len4$ は E_1 と E_2 の中点 C_1 と N_1 と N_2 の中点 C_2 を結んだ距離である。また、 θ_1 はベクトル E_1E_2 とベクトル N_1N_2 のなす角度、 θ_2 はベクトル E_1E_2 とベクトル C_1C_2 がなす角度である。各構造パラメータを用いて以下の評価関数を設定する。

【0038】

【数2】

決定された正しい特徴点セットを基準にして位置、サイズを正規化して正規化画像を得る。例えば、目、鼻穴を基準とする場合は、 E_1 、 E_2 の向きを平行に補正し、更に C_1 、 C_2 の上から $1/3$ の点 CP を正規化画像の中心座標、横幅を E_1 、 E_2 の2倍、縦幅を C_1 、 C_2 の2倍に設定する。図4に正規化の流れを示す。

【0045】認識部17は、正規化生成部16で生成された正規化画像と予め登録されている各登録者の辞書画像との類似度を計算し、類似度が高い辞書画像を表す人物を当人と識別する。その際、複合類似度法を用いても良い。この複合類似度法を用いた場合には、例えば左右上下などの様々な向きから撮った複数枚の辞書画像との比較によって、より正確に人物の識別処理が行われる。

【0046】このように、円形や矩形などの特定形状の領域を抽出する分離度フィルタとテンプレートパターンとの照合の組合せにより特徴点抽出を行うことにより、輝度変化などに影響されずに、入力画像から目、鼻などの特徴点を安定に抽出して人物認証を行うことができる。

【0047】また、この特徴点の位置情報を用いて顔の向きを検出することができる。また、2台のカメラを用いて特徴点を抽出すると、ステレオ視覚が実現できる。なお、本明細書で参考した文献を以下に列挙する。

[1] 塩野他：“個人認証技術の最近の研究動向”，信学技法OSF92-17

[2] 福井：“領域間の分離度を用いた輪郭抽出”，情処研報CV88-2, pp. 9-16(1994)

[3] K. Fukui：“Edge Extraction Method Based on Separability of Image Features”，MV A'94, pp391-396(1994)

[4] 小杉：“シーンの中の顔の探索と認識”，情報処理学会論文誌CV76-7pp. 49-56(1992)。

[5] Turk M. A他：“Face recognition using eigenfaces”，Proc. CVPR, pp. 453-458(1993)。

[6] Yuille A. L. 他：“Feature extraction from faces using deformable templates”，IJCV, vol. 8 : 2, pp. 99-111(1992)。

[7] Sung 他：“Example-based learning for view-based human face detection”，AI. MEMO1521, C B C L Paper 112, MIT, December(1994)。

[8] Fisher, M. A他：“The representation and matching of pictorial structures”，IEEE Trans. Comput. C-22, 1, pp. 67-92(1973)。

[9] 山口他：“分離度特徴を用いた顔画像解析—目、瞳の検出—”，情報処理学会第52回全国大会，P187-188 (1995)

【0048】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、認識対象となる人物の入力画像から当該人物の顔領域が抽出された際に、その顔領域の中から分離度フィルタを用いて顔の各特徴点候補を抽出し、この各特徴点候補の中から顔の構造的な制約情報に基づいて上記各特徴点のセット候補を選択し、この各特徴点セット候補を基準に切り出した特徴点近傍領域と予め登録してあるテンプレートパターンとの照合により各適合度を計算してその緩和を求め、最も適合度の緩和が高い特徴点セットを正しい特徴*

*点セットとして選択し、この正しい特徴点セットを用いて正規化画像を生成し、この正規化画像と予め登録された各登録者の辞書画像とを比較して当該人物を識別するようにしたため、輝度変化などに影響されずに、入力画像から目、鼻などの特徴点を安定に抽出し、その特徴点を用いて人物認証を高精度に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る人物認証装置の構成を示すブロック図。

10 【図2】同実施形態における人物認証処理を説明するための図。

【図3】同実施形態における分離度フィルタを示す図。

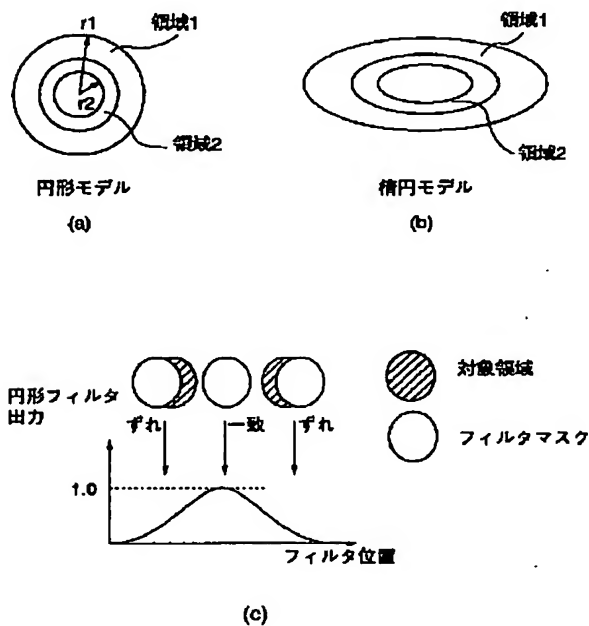
【図4】同実施形態における正規化の流れを示す図。

【図5】同実施形態における正規化画像を示す図。

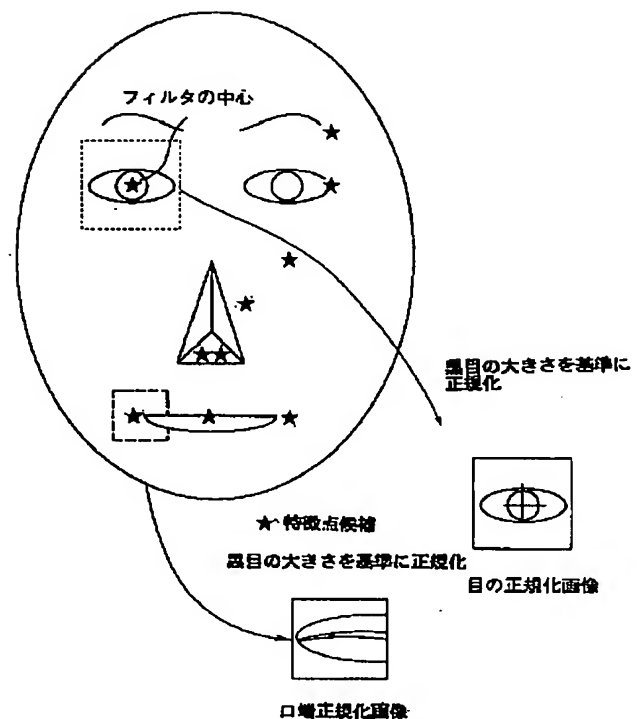
【符号の説明】

- 11…画像入力部
- 12…顔領域抽出部
- 13…特徴点抽出部
- 14…特徴点セット候補選択部
- 15…パターン評価部
- 15a…類似度計算部
- 15b…テンプレート
- 16…正規化生成部
- 17…認識部
- 17a…類似度計算部
- 17b…画像記憶部

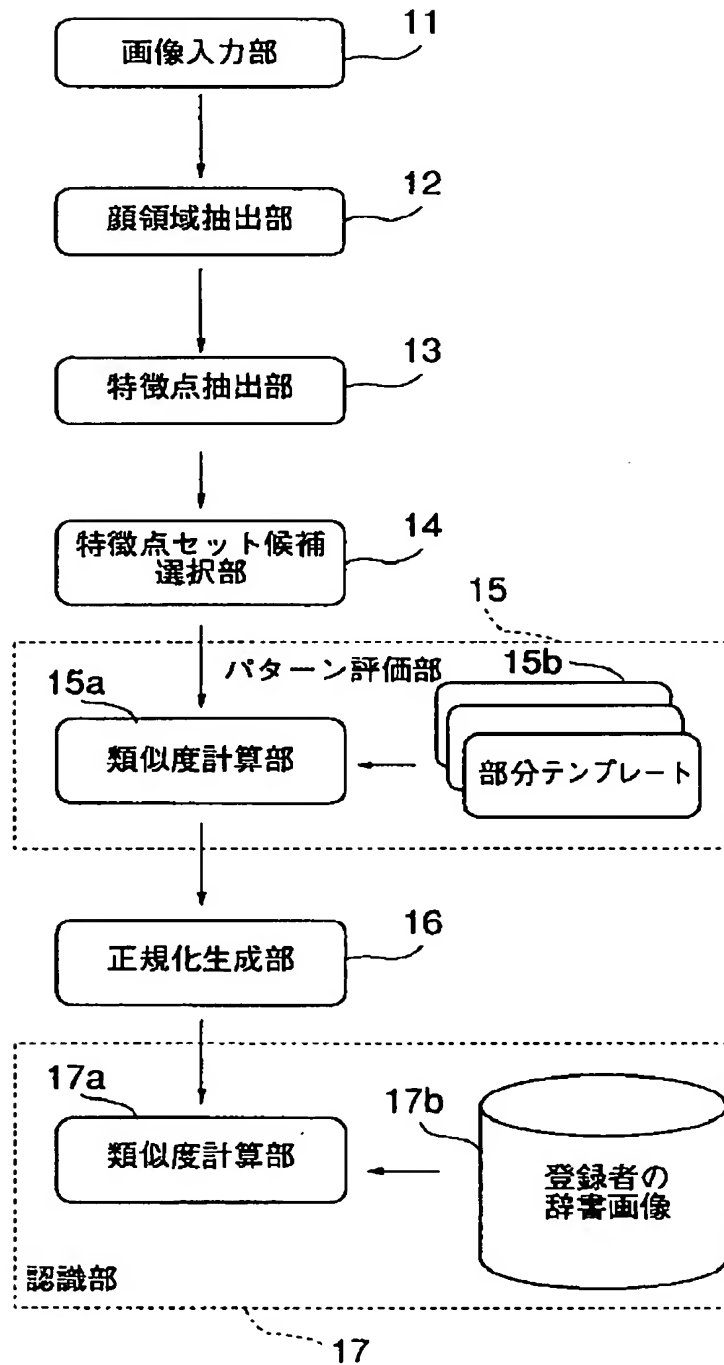
【図3】



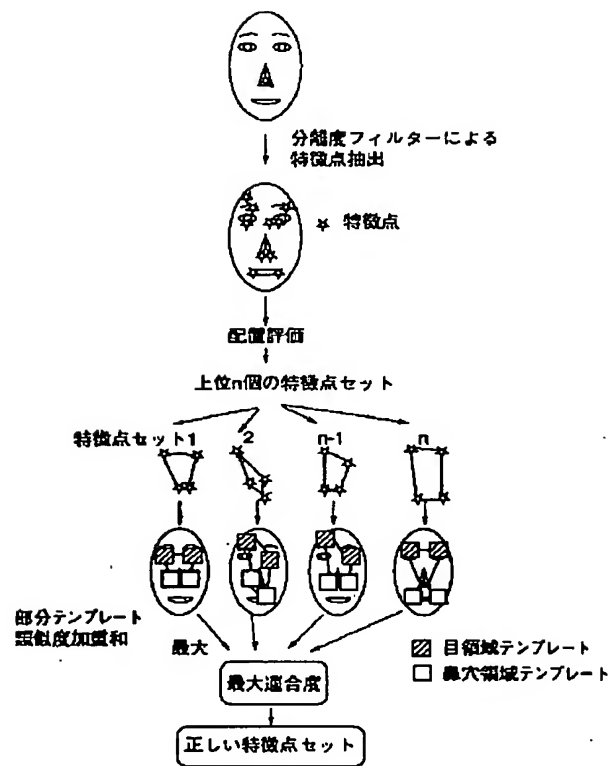
【図4】



【図1】



【図2】



【図5】

